

Vergussbeton für die feste Fahrbahn im Gotthard-Basistunnel

Produktion und Qualitätsüberwachung

Text | Reinhard Perner
Bilder | © Alpine Bau
Grafiken | © Alpine Bau

Die Realisierung des Gotthard-Basistunnels (GBT) läuft mit Hochdruck. Die Eckdaten des Projektes sind beeindruckend. Mit 57 km ist er der längste Eisenbahntunnel der Welt. Das Tunnelsystem (2 Röhren, Querschläge ca. alle 325 m und 2 Multifunktionsstellen) weist eine Gesamtlänge von ca. 152 km auf. Ab 2016 werden die Züge mit bis zu 250 km/h durch den Tunnel fahren. Die tägliche Streckenlast wird ca. 490.000 Bruttotonnen betragen. Die Achslast ist mit 25 t für den schweren Güterverkehr ausgelegt.

1 Einleitung

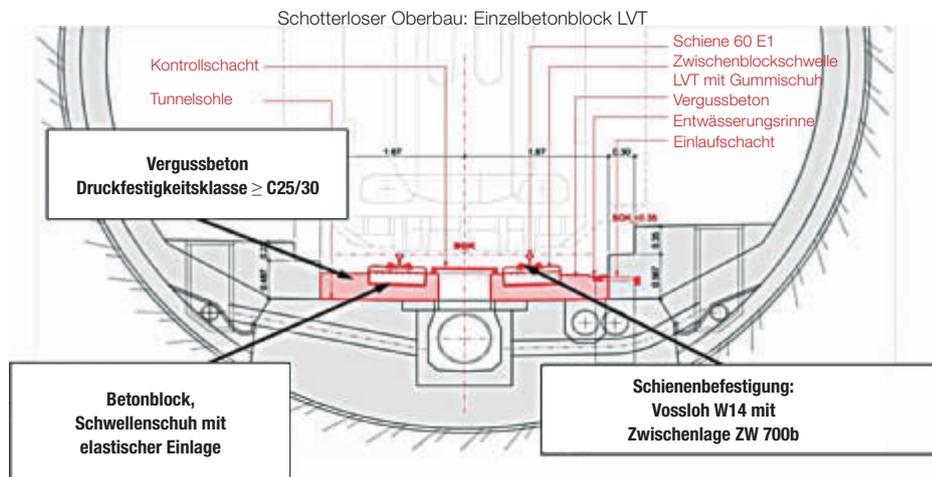
Die Arbeitsgemeinschaft Transtec Gotthard (TTG), bestehend aus den Unternehmungen Alpiq InTec AG (Zürich), Alctael-Lucent Schweiz AG/Thales Rail Signalling Solutions AG (Zürich), Alpine Bau GmbH (Hergiswil) und Balfour Beatty Rail GmbH (München), wurde im April 2008 von der Alptransit Gotthard AG mit der bahntechnischen Ausrüstung des GBT beauftragt. Dazu gehören die Gewerke Fahrbahn, Stromversorgung 50 Hz und Kabelanlagen, Fahrstrom 16,7 Hz, Telekommunikationsanlagen sowie die Sicherungsanlagen.

Die ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard (AFTTG), bestehend aus der Alpine Bau GmbH und der Balfour Beatty Rail GmbH, erstellt als Subarbeitsgemeinschaft die Fahrbahnanlagen des GBT, welche neben dem Tunnel (117 km Gleis und 8 Weichen) auch die Zulaufstrecken im Norden und Süden mit insgesamt ca. 31 km Schotterfahrbahn und 22 Weichen beinhalten.

Im Tunnel kommt das Fahrbahnsystem LVT („Low Vibration Track“) zur Anwendung (siehe Abb. 1). Dieses Einzelblocksystem besteht aus bewehrten Betonblöcken, die durch einen Gummischuh und eine elastische Einlage vom unbewehrten Vergussbeton der festen Fahrbahn getrennt sind.

Insgesamt sind ca. 130.000 m³ Vergussbeton zu verbauen, welcher bis zu 40 km im Tunnel zu transportieren ist.

Abb. 1: Fahrbahnsystem LVT im GBT



Für den Bauprozess kann nur eine Röhre genutzt werden und der Betoneinbau kann nur über Kopf erfolgen. Während des Einbaues der festen Fahrbahn im Tunnel führen die nachfolgenden Gewerke ihre Einbauarbeiten bereits auf der fertigen Fahrbahn durch. Diese Rahmenbedingungen erfordern spezielle Überlegungen hinsichtlich Logistik und Betonherstellung.

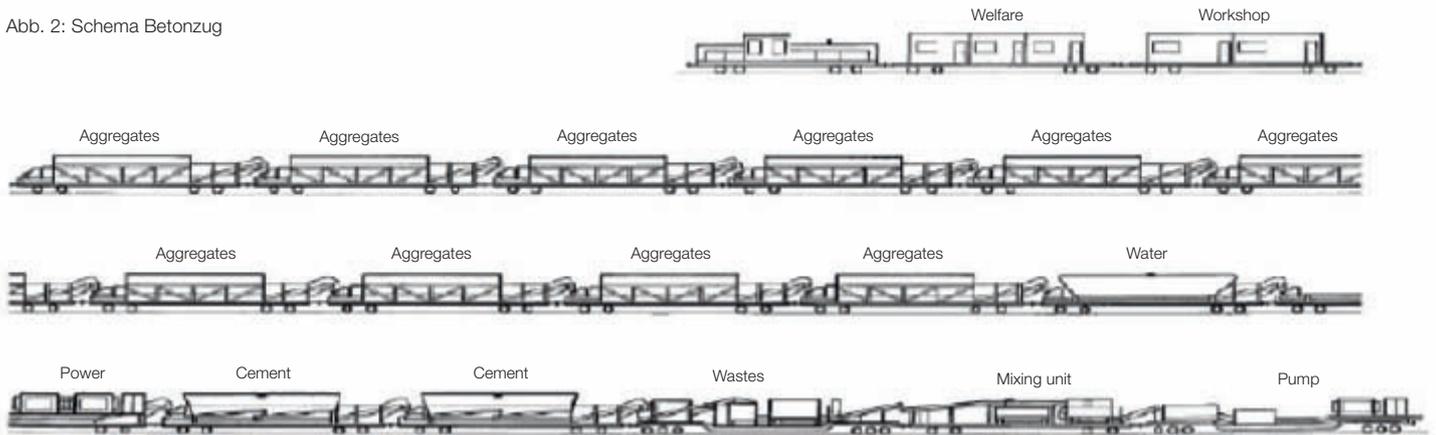
2 Betonherstellung und Einbau

Die AFTTG hat sich bereits in der Angebotsphase entschieden, den Beton nicht im Außenbereich herzustellen, sondern eine Betonmischanlage direkt im Einbaubereich zu installieren, den sogenannten „Betonzug“.

Der Betonzug besteht aus insgesamt 24 Waggons und hat eine Länge von 482 m. Das Gesamtgewicht (ohne Lok) beträgt 1.500 t. Der Betonzug nimmt Wasser, Zement und Zuschlagstoffe für max. 250 m³ Beton von einer stationären Verladeanlage, welche sich auf dem Installationsplatz in Portalnähe befindet, auf und wird dann über das bereits fertiggestellte Gleis in den Tunnel nahe der Einbaustelle transportiert. Dort wird er an eine 16-kV-Stromversorgung angeschlossen und die Betonproduktion kann beginnen. Im zweischichtigen Einsatz kann Vergussbeton für 250 m Fahrbahn produziert und eingebaut werden.

Für den Transport und den Einbau des Vergussbetons kommen Spezialmaschinen zum Einsatz, die infolge der hohen

Abb. 2: Schema Betonzug



Mechanisierung des Einbauprozesses eine gleichbleibende Produktqualität gewährleisten.

Der Betontransport vom Betonzug zur Einbaustelle erfolgt mit dem sogenannten Betonshuttle (siehe Abb. 4 und 5). Vom Pumpwaggon des Betonzuges aus werden die 2 Drehkübel des Betonshuttles befüllt. Die Ladekapazität beträgt $2 \times 2,5 \text{ m}^3$. Das Betonshuttle ist mehrachsiger und verkehrt am Bankett mit einer Geschwindigkeit von max. 10 km/h. Damit wird der Beton bis zu 800 m im Tunnel vom Betonzug zur Einbaustelle transportiert.

Insgesamt sind ca. 130.000 m³ Vergussbeton zu verbauen, welcher bis zu 40 km im Tunnel zu transportieren ist.

Abb. 3: Betonzug auf Installationsplatz Biasca



Abb. 4: Betonshuttle im Tunnel



Abb. 5: 3-D-Darstellung Betonshuttle



Ist das Betonshuttle an der Einbaustelle angekommen, wird er hydraulisch angehoben und mit der Verteilstation gekoppelt (siehe Abb. 6 und 7). Die beiden Drehkübel werden an die Verteilstation übergeben und dort in einen Schnecken-trog entleert. Dieser weist eine Kapazität von max. 6 m³ auf. Mittels 3 Förderschnecken wird der Beton vom Trog über Schütten in den Fahrbahnbereich gefördert und dort verbaut. Der Betonfluss wird mittels Flaschenrüttlern, welche über die gesamte Fahrbahnbreite installiert sind, unterstützt. Von der Einbaumannschaft wird der Beton mittels Reiben und Glätten geglättet, sodass

die Betonoberfläche die Ebenheit und das Quergefälle gemäß Planung aufweist. Dieses beträgt mind. 0,7 %, im Bogenbereich bei einer Überhöhung von max. 40 mm steigt es auf 3,36 % an.

Im Nachgang erfolgt direkt die Beton-nachbehandlung. Im ersten Schritt wird auf die frische Betonoberfläche ein Nachbehandlungsmittel aufgetragen. Zusätzlich wird aufgrund der ungünstigen Umgebungsbedingungen (Einbautemperatur ca. 28° C und hohe Luftgeschwindigkeiten infolge der erforderlichen Lüftung) ein mobiles Zelt nachgezogen, welches das Betonschwindverhalten minimiert.

3 Qualitätsüberwachung des Vergussbetons

Für die Produktqualität des Vergussbetons der festen Fahrbahn ist neben einer prozessgeführten Herstellung des Betons auch eine kontinuierliche Überwachung erforderlich. Die AFTTG hat zur Sicherstellung der Produktqualität und deren Dokumentation eine eigene Abteilung geschaffen, welche für die Qualitätsüberwachung der Fahrbahn zuständig ist. Diese arbeitet wie die Betonproduktion im Zweischichtbetrieb, um eine durchgängige Qualitätsüberwachung und -aufzeichnung zu gewährleisten. Die Qualitätsüberwachung ist eigenständig und von der Bauausführung unabhängig. Für die Überwachung der Betonproduktion wurden unterschiedliche Prüfpunkte in der Prozesskette der Betonherstellung definiert. Die Prüfpunkte sind hinterlegt mit Prüfkriterien und Verantwortlichkeiten.

Für die Produktqualität des Vergussbetons der festen Fahrbahn ist neben einer prozessgeführten Herstellung des Betons auch eine kontinuierliche Überwachung erforderlich.

Abb. 6: 3-D-Darstellung Betonshuttle gekoppelt mit Verteilstation

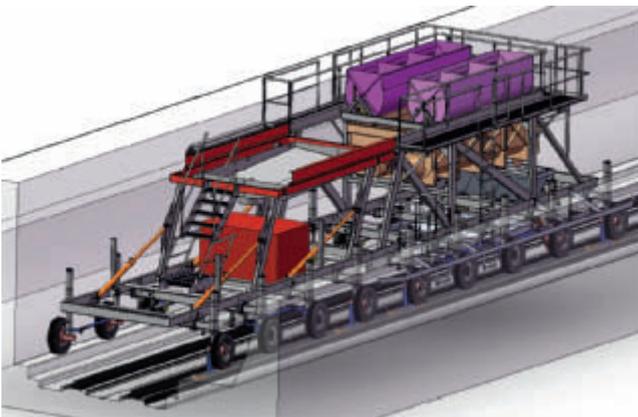
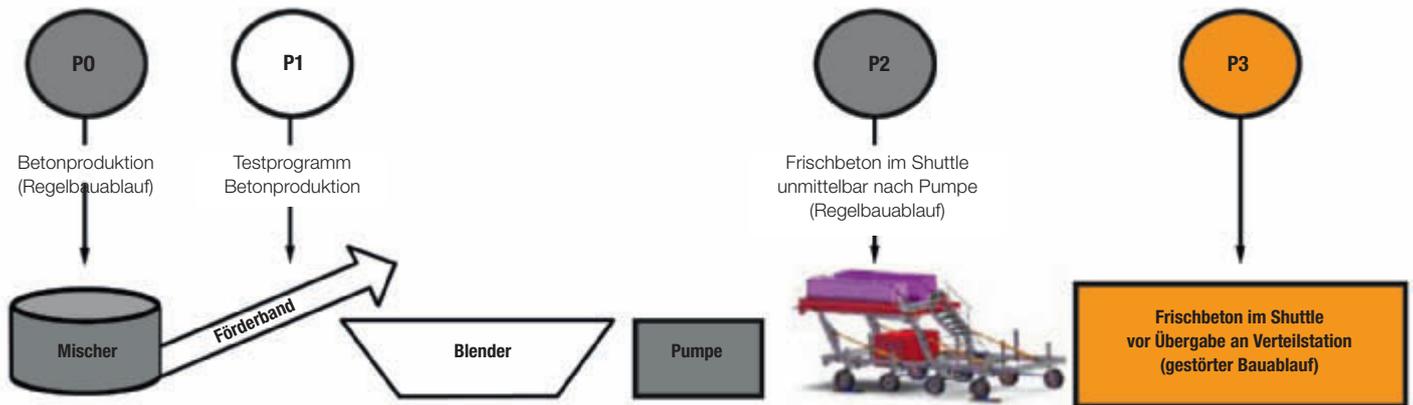


Abb. 7: Verteilstation im Tunnel



Abb. 8: Prüfpunkte in der Prozesskette Betonherstellung



P0: Frischbetonprüfungen im Mischer – Betonzug

Für diese Prüfungen sind die Aufzeichnungen vom Mischmeister zu führen. Die Prüfungen umfassen im Wesentlichen die Aufzeichnungen der Dosiermengen (Bindemittel, Zuschlagstoffe) mittels Chargenprotokoll. Weiters wird noch der Feuchtegehalt der Zuschlagstoffe mit einer Feuchtesonde überwacht und die Konsistenzprüfung mittels Mischwiderstand durchgeführt. Diese Prüfungen erfolgen für jede Mischung am Betonzug (alle 2,5 m³).

P1: Frischbeton auf Förderband nach Mischer (Blender)

Vom Qualitätsinspektor (QI) Beton werden die Temperatur und die Konsistenz mittels Ausbreitmaß überwacht.

P2: Beton im Betonshuttle (nach Pumpe – Betonzug)

Am Übergabepunkt Betonpumpe-Betonzug an das Betonshuttle werden die Hauptaktivitäten der Betonprüfungen gesetzt. Vom QI Beton sind mehrmals

pro Schicht folgende Prüfungen durchzuführen, damit die durchgängige Betonqualität gewährleistet/sichergestellt und nachvollziehbar dokumentiert wird:

- Konsistenz inkl. Temperatur von Luft und Frischbeton
- Rohdichte
- Luftporengehalt
- Wassergehalt W/Z-Wert

Zusätzlich werden nach definierten Produktionsmengen von Beton Prüfkörper für die Festbetonprüfungen erstellt. Diese Prüfungen werden von einer akkreditierten Prüfanstalt durchgeführt. Neben den Festigkeitsprüfungen werden insbesondere der Sulfat-, Chlorid-, Frost-Tausalz-Widerstand sowie der AAR-Widerstand gemäß AFNOR NFP 18-454 bestimmt.

P3: Frischbeton im Betonshuttle vor Übergabe an Verteilstation

Sollten im Einbauprozess Verzögerungen auftreten, sind am Übergabepunkt Betonshuttle zu Verteilstation zusätzliche Konsistenzprüfungen erforderlich.

4 Zusammenfassung

Das Jahrhundertbauwerk Gotthard stellt an alle beteiligten Gewerke Herausforderungen, die in dieser Form wohl noch einzigartig sind. Speziell bei der Errichtung der festen Fahrbahn im Tunnel sind Rahmenbedingungen gegeben, die bei der Betonproduktion Sonderlösungen bedingen, sowohl bei der Herstellung des Betons als auch der Güteüberwachung. Zur Sicherstellung einer durchgängigen Produktqualität setzt die AFTTG den Betonzug ein. Für den Betontransport und den Einbau des Vergussbetons wurde eine hohe Mechanisierung angestrebt, die mit eigens für die Baustelle entwickelten Spezialmaschinen (Betonshuttle und Verteilstation) erreicht wird.

Zur Überwachung der Produktqualität wurden an den Einbauprozess abgestimmte Überwachungsprozesse initiiert, welche von einer eigenen und von der Ausführung unabhängigen Qualitätsabteilung umgesetzt werden.

Projektdaten:

Bauherr: AlpTransit Gotthard AG | Baufirma: ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard | Planungsbeginn: 29.04.2008 | Fertigstellung: 31.05.2016 | Gesamtlänge Gleis: 114.815 m | Feste Fahrbahn im Tunnel: 15.062 m | Betoneinbau: ca. 131.000 m³ | Schwellenblöcke: ca. 380.000 LVT | Schienen: ca. 13.800 t bzw. ca. 230 km Gesamtlänge, Einbau von 8 Weichen | Gesamtlänge Tunnelsystem: 151,8 km

Autor:

Bmst. DI Reinhard Perner, Projektleitung
 ARGE Fahrbahn Transtec Gotthard
 Alpine Bau GmbH
 ■ www.alpine.at
www.transtec-gotthard.ch